

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-1558

(43) 公開日 平成8年(1996) 1月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2 5 J 9/10

A

13/00

Z

13/08

A

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全7頁)

(21) 出願番号 特願平6-140351

(22) 出願日 平成6年(1994) 6月22日

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 田村 尉

東京都調布市西つつじヶ丘2丁目4番1号

東京電力株式会社技術研究所内

(72) 発明者 鈴木 久美子

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

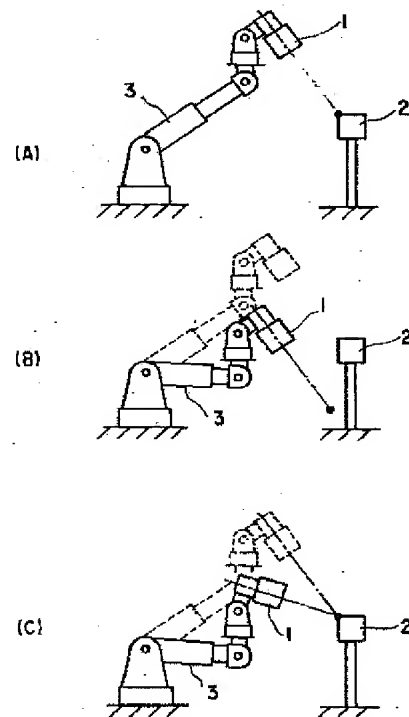
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠隔操作型ロボット

(57) 【要約】

【目的】 視覚装置を手動操作する必要がなくなり、また片腕で固定された対象物を把持したまま、位置決め機構を動作することができ操作性が向上する遠隔操作型ロボットを得る。

【構成】 パン・チルト変位量に基づき対象物間でのパン角度およびチルト角度を検出するパン・チルト検出部16と、カメラのフォーカス制御部17からのフォーカス変位量に基づき対象物までの距離を検出する距離検出部18と、18で検出した距離と16で検出されるパン角度およびチルト角度から対象物の座標を算出する対象物座標算出部19と、ブーム制御部20からブームの変位量を入力し、カメラの移動量を算出する移動量算出部21と、21により算出されたカメラの移動量と19により算出された対象物の座標を入力して視覚装置の方向およびフォーカス値を算出する視覚装置方向・フォーカス値算出部22を備えたものの。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 位置決め機構に取り付けられた姿勢方向調整機構を持つ視覚装置を備えた遠隔操作型ロボットにおいて、

前記視覚装置がとらえるべき対象物の位置を検出する位置検出手段と、

前記位置決め機構が動作しても前記視覚装置が常に同一の対象物をとらえる手段と、

を備えた遠隔操作型ロボット。

【請求項2】 位置決め機構に取り付けられた姿勢方向調整機構を持つ視覚装置を備えた遠隔操作型ロボットにおいて、

前記視覚装置のパン・チルト制御部からのパン・チルト変位量に基づき対象物間でのパン角度およびチルト角度を検出するパン・チルト検出部と、

前記視覚装置のフォーカス制御部からのフォーカス変位量に基づき対象物までの距離を検出する距離検出部と、

この距離検出部で検出した距離と前記パン・チルト検出部で検出されパン角度およびチルト角度から前記対象物の座標を算出する対象物座標算出部と、

前記位置決め機構の制御部から位置決め機構の変位量を入力し、前記視覚装置の移動量を算出する移動量算出部と、

この移動量算出部により算出された視覚装置の移動量と前記対象物座標算出部により算出された前記対象物の座標を入力して前記視覚装置の方向およびフォーカス値を算出する視覚装置方向・フォーカス値算出部と、  
を備えた遠隔操作型ロボット。

【請求項3】 位置決め機構に取り付けられたマニピュレータを持つ遠隔操作型ロボットにおいて、  
前記マニピュレータのあるべき位置を検出する位置検出手段と、

前記位置決め機構が動作しても前記マニピュレータの位置を保持する位置保持手段と、

とを備えた遠隔操作型ロボット。

【請求項4】 位置決め機構に取り付けられ、複数の関節を有するマニピュレータを持つ遠隔操作型ロボットにおいて、

前記各関節の変位位置を求めるマニピュレータ制御部と前記各関節の変位位置を入力し、各関節角度を算出する各関節角度算出部と、

この各関節角度算出部で算出された各関節角度を入力し、前記マニピュレータの手先位置座標を算出するマニピュレータ座標算出部と、

前記位置決め機構の変位量を検出する位置決め機構制御部と、

この位置決め機構制御部により検出された変位量を入力し、マニピュレータの移動量を算出するマニピュレータ移動量算出部と、

前記マニピュレータ座標算出部により算出された手先位

2

置座標および前記マニピュレータ移動量算出部により算出されたマニピュレータ移動量を入力し、前記位置決め機構の移動後のマニピュレータ移動後のマニピュレータの各関節角度を算出し、これを前記マニピュレータ制御部に出力する位置決め機構移動後各関節角度算出部と、  
を備えた遠隔操作型ロボット。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、カメラのごとく視覚装置を備えた遠隔操作型ロボットに関する。

【0002】

【従来の技術】 位置決め機構例えばアームに取り付けられた姿勢方向調整機構を持つカメラ等の視覚装置を備えた遠隔操作型ロボットにおいて、従来、視覚装置で対象物をとらえるためには、視覚装置を手動操作で対象物へ向け、アームの動作とともに視覚装置の向きがずれる度に、視覚装置の姿勢方向を再設定していた。

【0003】 位置決めのためのアームに取り付けられた、マニピュレータを持つ遠隔操作型ロボットにおいて、従来、アームを動作させるとマニピュレータもアームと一緒に移動してしまうため、マニピュレータの一部を固定する場合は、アームを固定していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 前記従来の技術では、アームの動作時には必ず視覚装置の姿勢方向の再設定をする必要があり、特にアームを手動操作しているときは、カメラと両方操作しなければならず、操作性が低下するという欠点がある。

【0005】 また、マニピュレータの一部を固定する場合は、アームを固定しなければならず、例えば双腕のマニピュレータで、片腕で固定された対象物を把持したまま、他方の腕を動作させる時など、アーム固定では他方の腕の可動範囲が狭まってしまい、届かないことがあり、この場合、一度対象物をはなし、アームを動かしてから対象物を把持しなおさなければならないため、操作性が低下するという欠点がある。

【0006】 本発明の第1の目的は、位置決め機構が動作しても、視覚装置を手動操作する必要がなくなり、操作性が向上する遠隔操作型ロボットを提供することにある。また、本発明の第2の目的は、マニピュレータの一部を固定したまま、位置決め機構を動作させることができ、操作性が向上する遠隔操作型ロボットを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するために、請求項1に対応する発明は、位置決め機構に取り付けられた姿勢方向調整機構を持つ視覚装置を備えた遠隔操作型ロボットにおいて、前記視覚装置がとらえるべき対象物の位置を検出する位置検出手段と、前記位置決め機構が動作しても前記視覚装置が常に同一の対象物をと

3

らえる手段と、を備えた遠隔操作型ロボットである。

【0008】前記目的を達成するために、請求項2に対応する発明は、位置決め機構に取り付けられた姿勢方向調整機構を持つ視覚装置を備えた遠隔操作型ロボットにおいて、前記視覚装置のパン・チルト制御部からのパン・チルト変位量に基づき対象物間でのパン角度およびチルト角度を検出するパン・チルト検出部と、前記視覚装置のフォーカス制御部からのフォーカス変位量に基づき対象物までの距離を検出する距離検出部と、この距離検出部で検出した距離と前記パン・チルト検出部で検出されパン角度およびチルト角度から前記対象物の座標を算出する対象物座標算出部と、前記位置決め機構の制御部から位置決め機構の変位量を入力し、前記視覚装置の移動量を算出する移動量算出部と、この移動量算出部により算出された視覚装置の移動量と前記対象物座標算出部により算出された前記対象物の座標を入力して前記視覚装置の方向およびフォーカス値を算出する視覚装置方向・フォーカス値算出部を備えた遠隔操作型ロボットである。

【0009】前記目的を達成するために、請求項3に対応する発明は、位置決め機構に取り付けられたマニピュレータを持つ遠隔操作型ロボットにおいて、前記マニピュレータのあるべき位置を検出する位置検出手段と、前記位置決め機構が動作しても前記マニピュレータの位置を保持する位置保持手段を備えた遠隔操作型ロボットである。

【0010】前記目的を達成するために、請求項4に対応する発明は、位置決め機構に取り付けられ、複数の関節を有するマニピュレータを持つ遠隔操作型ロボットにおいて、前記各関節の変位位置を求めるマニピュレータ制御部と前記各関節の変位位置を入力し、各関節角度を算出する各関節角度算出部と、この各関節角度算出部で算出された各関節角度を入力し、前記マニピュレータの手先位置座標を算出するマニピュレータ座標算出部と、前記位置決め機構の変位量を検出する位置決め機構制御部と、この位置決め機構制御部により検出された変位量を入力し、マニピュレータの移動量を算出するマニピュレータ移動量算出部と、前記マニピュレータ座標算出部により算出された手先位置座標および前記マニピュレータ移動量算出部により算出されたマニピュレータ移動量を入力し、前記位置決め機構の移動後のマニピュレータ移動後のマニピュレータの各関節角度を算出し、これを前記マニピュレータ制御部に出力する位置決め機構移動後各関節角度算出部を備えた遠隔操作型ロボットである。

【0011】

【作用】請求項1または請求項2に対応する発明によれば、位置決め機構を動作させる場合、視覚装置は自動的に位置決め機構を動作させる前にとらえていた対象物をとらえるため、視覚装置を手動操作する必要がなくな

4

り、操作性が向上する。

【0012】請求項3または請求項4に対応する発明によれば、マニピュレータの一部を固定したまま、マニピュレータの位置を保持して位置決め機構を動作させることができ、操作性が向上する。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は、請求項1に対応する発明の概念図であり、(A)の状態は、視覚装置例えばカメラ1は対象物例えば装柱2の方向に向いているが、位置決め機構例えばアーム3を動作させると、(B)のようにカメラ1の向きは装柱2からずれてしまう。

【0014】このようなことから、請求項1では、カメラ1は常に同一の装柱2をとらえたまま、アーム3を動作させることが可能であり、(C)のように、アーム3を動作させても、カメラ1は自動的に装柱2をとらえるため、カメラ1を手動操作する必要がない。

【0015】図2は、本発明の遠隔操作型ロボットの第1実施例を示す斜視図であり、具体的には配電作業用マニピュレータ・システムである。車両6にのせた位置決め機構例えばブーム7の先に、マニピュレータ8と姿勢方向調整機構を持つ視覚装置例えばカメラ9が搭載してある。ここでの対象物は、装柱10とその周囲を含むものとする。

【0016】図3は、図2の実施例の制御装置を説明するためのブロック図である。カメラパン・チルト制御部15に有するパン・チルトポテンシオメータ値(図ではパン・チルトポテンシオ値と記載されている)に基づき装柱10でのパン角度およびチルト角度を検出するパン・チルト検出部16と、カメラフォーカス制御部17からのフォーカスポテンシオ値に基づき装柱10までの距離Lを検出する距離検出部18と、この距離検出部18で検出した距離Lとパン・チルト検出部16で検出されるパン角度およびチルト角度から装柱10の座標を算出する対象物座標算出部19と、ブーム制御部20からのブームポテンシオ値を入力し、カメラ9の基部の移動量を算出するカメラ基部移動量算出部21と、このカメラ基部移動量算出部21により算出されたカメラ基部移動量と対象物座標算出部19により算出された装柱10の座標を入力してカメラ方向およびフォーカス値を算出しこれをカメラパン・チルト制御部15およびカメラフォーカス制御部17にそれぞれ出力するカメラ方向・フォーカス値算出部22を備えている。

【0017】図4は、図2の実施例の座標系のとり方を示すもので、ブーム基部11をブーム座標系12の原点とし、またカメラ基部13をカメラ座標系14の原点とする。以上のような構成された実施例の動作について説明する。まず、カメラの向きを装柱10の方向に手動で合わせる。カメラパン・チルト制御部15の各モータに付いているポテンシオメータの値より、パン・チルト

5

検出部16でパン、チルトの角度を得る。

【0018】カメラフォーカス制御部17のモータに付いているポテンシオメータの値より、距離検出部18で、装柱10までの距離を検出する。これらのパン $\theta_p$ 、チルト $\theta_t$ 、距離 $L$ から対象物座標算出部19で、カメラ座標系での装柱10の座標 $(x_o, y_o, z_o)$ を算出する。

【0019】 $(x_o, y_o, z_o) = (L \cos \theta_t \cos \theta_p, L \cos \theta_t \sin \theta_p, L \sin \theta_t)$   
以後、ブーム7が移動する度に、ブーム制御部20の各モータに付いているポテンシオメータの値より、カメラ基部移動量算出部21でカメラ座標系でのカメラ基部移動量 $(dx_o, dy_o, dz_o)$ を算出する。

【0020】ブーム7の移動前のブーム座標系でのカメラ基部13の座標は、ブーム7の3つの回転軸の座標変換行列を $C_{b1}, C_{b2}, C_{b3}$ 、基部から最初の回転部分へのベクトル、伸縮軸を表すベクトル、伸縮軸の先から、カメラ9の基準点へのベクトルを表すベクトルを、それぞれ、 $L_{b1}, L_{b2}, L_{b3}$ 、とすると、

$$(x, y, z) = C_{b1} L_{b1} + C_{b2} L_{b2} + C_{b3} L_{b3}$$

となり、移動後のカメラ基部13の座標も同様に求めると、

$$(x', y', z') = C_{b1}' L_{b1}' + C_{b2}' L_{b2}' + C_{b3}' L_{b3}'$$

よって、ブーム座標系でのカメラ基部13の移動量は、  
 $(dx_b, dy_b, dz_b) = (x', y', z') - (x, y, z)$

となる。これをカメラ座標系でのカメラ基部移動量に変換すると、

$$(dx_o, dy_o, dz_o)^T = C_{b1} C_{b2} C_{b3} (dx_b, dy_b, dz_b)^T$$

となる。

【0021】そして、カメラ座標系での対象物座標とカメラ基部移動量から、カメラ方向・フォーカス値算出部22で、装柱10をとらえるためのカメラ13の方向とフォーカス値を算出する。

【0022】ブーム移動後の装柱10の座標は、

$$(X_o', Y_o', Z_o') = (x_o + dx_o, y_o + dy_o, z_o + dz_o)$$

となり、ブーム移動後のパン、チルトは、

$$\theta_p' = \tan^{-1} (Y_o' / X_o')$$

$$\theta_t' = \tan^{-1} (Z_o' / \sqrt{X_o'^2 + Y_o'^2})$$

と求められ、また、装柱10までの距離は、

$$L' = Z_o' / \sin \theta_t'$$

と求められる。

【0023】算出したカメラ9の方向にカメラ9を向け、装柱10までの距離でフォーカスが合うようにフォーカスを制御することにより、ブーム7を移動しても、カメラ9は自動的に常に同一の装柱10をとらえる。

【0024】この実施例では、視覚装置として単体のカ

6

メラを用いているが、立体カメラでも対象物の位置のデータから、幅角、仰角、フォーカスの制御も可能である。また、対象物座標は、カメラの向きと、対象物までの距離から求めているが、これはあらかじめティーチングしたティーチングデータを用いてもよい。

【0025】図5は、請求項2に対応する発明の概念図であり、(A)は、マニピュレータ4が片腕で、固定された対象物例えば装柱5を把持している状態である。ここで、もう片方の腕で別の作業をする場合、アーム3を動作しないと届かないとする。ところが、従来は(B)のように、マニピュレータが固定された対象物を把持したままアームを動作させると、マニピュレータも同時に動いてしまい、対象物を壊してしまう。このため、対象物を一度はなし、アーム3を動作させてからもう一度、装柱5を把持しなおす必要があった。

【0026】このようなことから、本発明の請求項2では、マニピュレータの手先の位置を保持したままアームを動作させることが可能であり、(C)のように片腕で固定された装柱5を把持したままアーム3を動作させ、もう片方の腕で別の作業をすることができる。

【0027】図6は、図5の実施例の制御装置を説明するためのブロック図であり、位置決め機構例えばブームに取り付けられ、複数の関節を有するマニピュレータを持つ遠隔操作型ロボットにおいて、各関節ポテンシオ値を求めるマニピュレータ制御部23と、このマニピュレータ制御部23からの各関節ポテンシオ値を入力し、各関節角度を算出する各関節角度算出部24と、この各関節角度算出部24で算出された各関節角度を入力し、マニピュレータの手先位置座標を算出するマニピュレータ座標算出部25と、ブームポテンシオ値を検出するブーム制御部26と、このブーム制御部26により検出されたブームポテンシオ値を入力し、マニピュレータ基部の移動量を算出するマニピュレータ基部移動量算出部27と、マニピュレータ座標算出部25により算出された手先位置座標およびマニピュレータ基部移動量算出部27により算出されたマニピュレータ移動量を入力し、ブームの移動後のマニピュレータ移動後のマニピュレータの各関節角度を算出し、これをマニピュレータ制御部23に出力するブーム移動後各関節角度算出部28を備えたものである。

【0028】次に、以上のように構成された実施例の動作について説明する。まず、マニピュレータ制御部23の、各モータに付いている各関節ポテンシオメータ値から、各関節角度算出部24で各関節角度を算出する。そしてマニピュレータ座標算出部25で、マニピュレータの位置を保持したい部分である、手先位置座標 $(x_a, y_a, z_a)$ を算出する。

【0029】マニピュレータの5つの回転軸の座標変換行列を $C_{a1} \sim C_{a5}$ 、伸縮軸を表すベクトル、伸縮軸の先から次の関節へのベクトル、手先部分を表すベクトル

7

を、それぞれ、 $L_{n1}$ 、 $L_{n2}$ 、 $L_{n3}$ 、とすると、手先位置は、

$$(x_n, y_n, z_n) = C_{n1} C_{n2} C_{n3} L_{n1} + C_{n4} L_{n2} + C_{n5} L_{n3}$$

となる。

【0030】以後、ブームが移動する度に、ブーム制御部26の各モータに付いているブームポテンシヨ値より、マニピュレータ基部移動量算出部27でカメラ基部移動量の算出と同様に、マニピュレータ基部移動量( $dx_n$ ,  $dy_n$ ,  $dz_n$ )を算出する。

【0031】そして、マニピュレータの位置を保持する部分の座標と、マニピュレータ基部移動量とから、ブーム移動後各関節角度算出部28で、マニピュレータ座標を保持するための各関節角度を算出する。ブーム移動後の手先位置は、

$$(x_n', y_n', z_n') = x_n + dx_n, y_n + dy_n, z_n + dz_n$$

となる。この手先位置と、ブーム移動前の手先姿勢方向より、各関節角度を逆算する。算出した関節角度に、マニピュレータの各関節を制御することにより、ブームを移動しても、マニピュレータの位置は保持される。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、以下のような効果が得られる。すなわち、請求項1に対応する発明によれば、位置決め機構を動作しても、自動的に視覚装置が常に同一の対象物をとらえるため、視覚装置を手動操作する必要がなくなり、操作性が向上する遠隔操作型ロボットを提供できる。

8

【0033】また、請求項2に対応する発明によれば、片腕で固定された対象物を把持したまま、位置決め機構を動作することができ、操作性が向上する遠隔操作型ロボットを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に対応する発明の概念図。

【図2】本発明の遠隔操作型ロボットの第1実施例の構成を示す斜視図。

【図3】図2の遠隔操作型ロボットの制御装置の概略構成を示すブロック図。

【図4】図2の実施例の座標の取り方を説明するための斜視図。

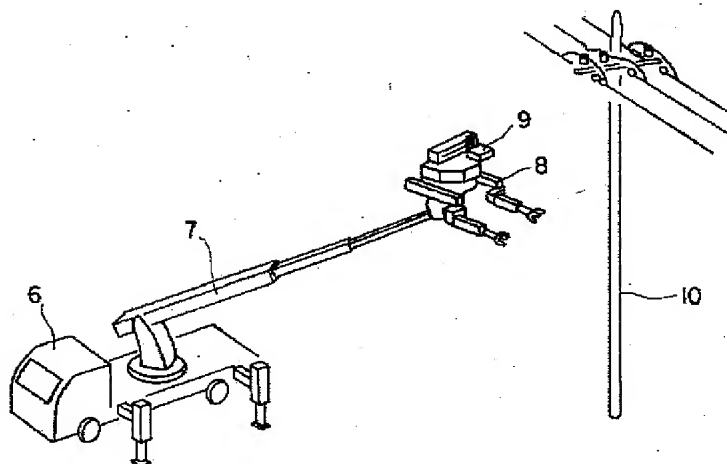
【図5】請求項2に対応する発明の概念図。

【図6】本発明の遠隔操作型ロボットの第2実施例の制御装置を示すブロック図。

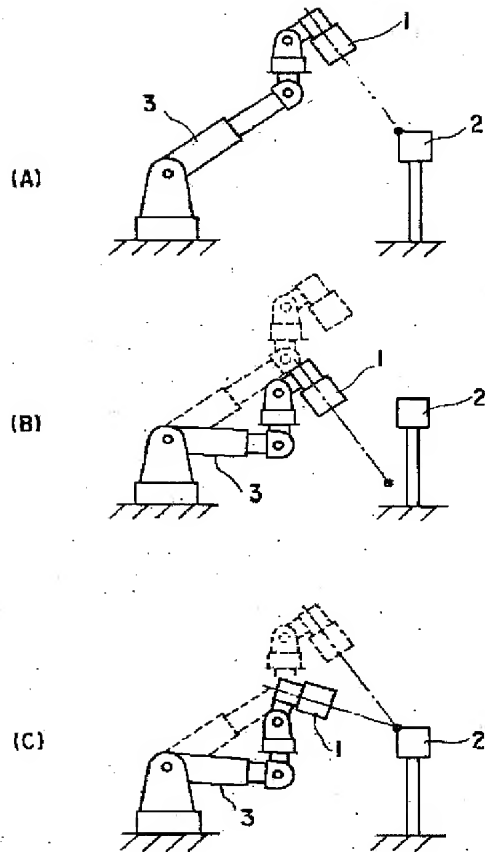
【符号の説明】

1…カメラ、2…装柱、3…アーム、4…マニピュレータ、5…装柱、7…ブーム、8…マニピュレータ、9…カメラ、10…装柱、11…ブーム基部、12…ブーム座標系、13…カメラ基部、14…カメラ座標系、15…カメラパン・チルト制御部、16…パンチルト検出部、17…カメラフォーカス部、18…距離検出部、19…対象物座標算出部、20…ブーム制御部、21…カメラ基部移動量算出部、22…カメラ方向フォーカス値算出部、23…マニピュレータ制御部、24…各関節角度算出部、25…マニピュレータ座標算出部、26…ブーム制御部、27…マニピュレータ基部移動量算出部。

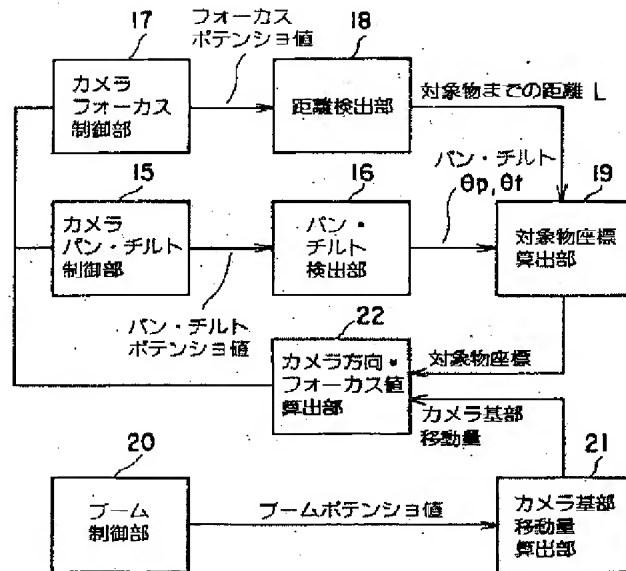
【図2】



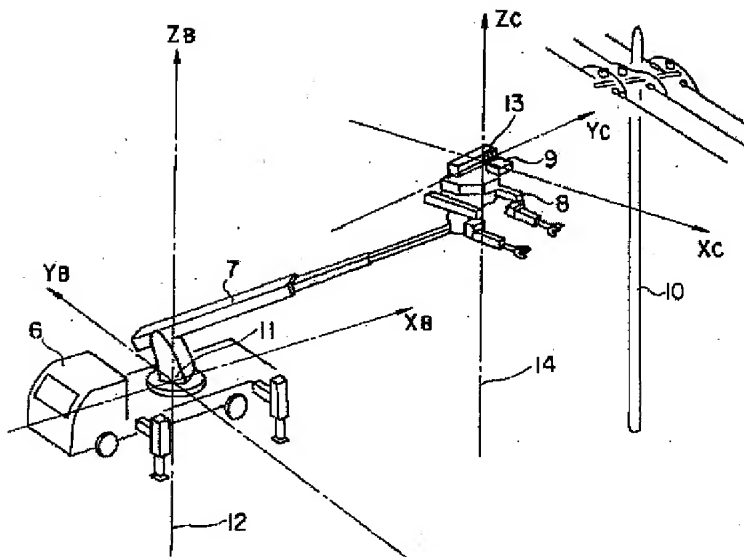
【図1】



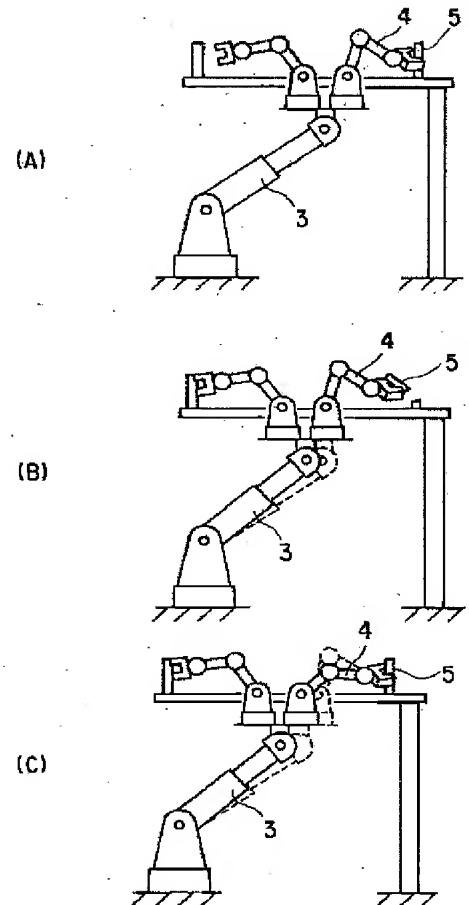
【図3】



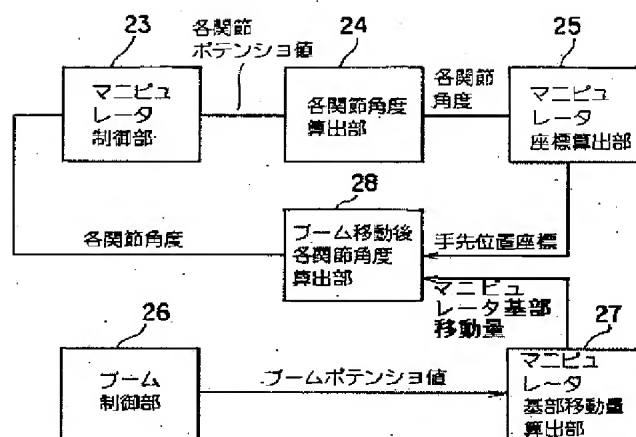
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 青山 和夫

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

